



TITLE:

別府附近の地史と温泉脈

AUTHOR(S):

鈴木, 政達

CITATION:

鈴木, 政達. 別府附近の地史と温泉脈. 地球物理 1937, 1(1): 6-19

ISSUE DATE:

1937-03-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/178179>

RIGHT:

別府附近の地史と温泉脈

理學士 鈴木政達*

別府地方は、本邦火山活動史上に於て由布鶴見火山群として知らるゝ一火山地域にして、國東、九重、阿蘇、雲仙等の諸地域を含む九州中部の火山地帯の一部を成すものなり。

九州中部に火山活動の強烈なりしは、此地が西南日本に於ける三大火山帯たる山陰（南日本側）、瀬戸内、霧島の三系の相交叉する所に當り、火山活動の勢力が此所に集中せられたるに因るものにして、その活動の時期は地質學上の第三紀末葉より第四紀に涉れるものなれども、第四紀に入りて後、最も強烈を極めたるものとす。其特徴とも見る可きものは、區域内に涉り活動の中心が種々に移動し、多くの火山群の發生を見たるにあり。而して論下の由布鶴見火山群は乃ち其の一局面を示すものなり。

今本火山群に就きてその活動の歴史を觀るに、その遺蹟は正に複雑なる變遷を経たるを語るものあり。而して其火山活動の間に於て地殻變動を受け地形の變化を來せし事實を見るものにして、火山群の發育上極めて興味あるものなり。又後火山作用としての温泉は、現在に於て尙東西約6キロ、南北8キロメートルの廣區域に互れる別府温泉地帯を形成し、其區域の廣大、泉量の豊富、泉種泉質の多様等に於て他に匹儔を見ざるの狀態に在り。此の如きは、蓋し當地方が火山活動の手續乃至は地質構造に於て他と趣を異にし、其局部的事情に支配せられたるものあるに因るものなり。

天恵に豊かなる別府温泉の地、果して如何なる地質學的の變遷を経たるや、今此所に別府地史としてその大要を縷述せんとす。

第一 地形及地質概説

本區域は地形上同時に又地質上に於て、之を三箇の地帯と二箇の要素とに區分するを得可く、日出-豊岡-塚原-日出生臺を連ぬる一線より以北の北帶と、別府-堀田-川西より以南

*著者は多年京都帝國大學助教授として別府地球物理研究所に在勤し、同所現場主任として盡瘁せられたが、後病を得て辭し昭和10年逝去せられた。本文は其の遺稿である。本誌創刊號初頭に掲げて深き追悼の意を表する。

の南帯と、兩者の中間たる中央帯とは即ちその三帯なり。次に二箇の要素としては、之等三帯中同一の要素たる南北の二帯と、之れと趣を異にせる中央帯とに區分せらるゝものにして、前者は本火山地區に於ける前期噴出岩類より成り輝石安山岩類を以て代表せられ、後者は後期噴出岩たる角閃石安山岩類により成れるものなり。

次に地形上に於ては、前者は主として火山碎屑岩層と之を蔽ふ所の熔岩流とに依り構成せられ、地勢一般に高臺性を呈し、その大體に於て北帯は南側に急に南帯は北側に急に、而して各其反對の側には傾斜一般に緩慢なり。其事實は後に述べらるゝ如く、後期噴出岩の噴出前に於て起れる地殻變動に關係し、兩者の中央部即ち中帯の沈降に際して起れる斷層作用に基けるものなり。

次に第二の要素たる中帯は、後期噴出の角閃石安山岩より成る大小數多の塊狀火山の集合にして、其間に二三の平野を抱き、その地勢は前者に對し著しきコントラストをなす。之等の火山は箇々獨立せるものにして、外輪山中央火口丘等の區別なく、乃ち火山活動の中心が同一箇所に止らず地域内を順次移動したる場合のものにして、地質の構造と密接なる關係を有するものなり。

終りに、平原に就きて見るに、石垣原は鶴見岳の大爆裂に伴ひて起れる泥流によりて成り、由布院及塚原の盆地は湖水の遺物と判斷せらるゝものなり。河川、海岸線に就きては今之を略す。

第二 基 底 地 質

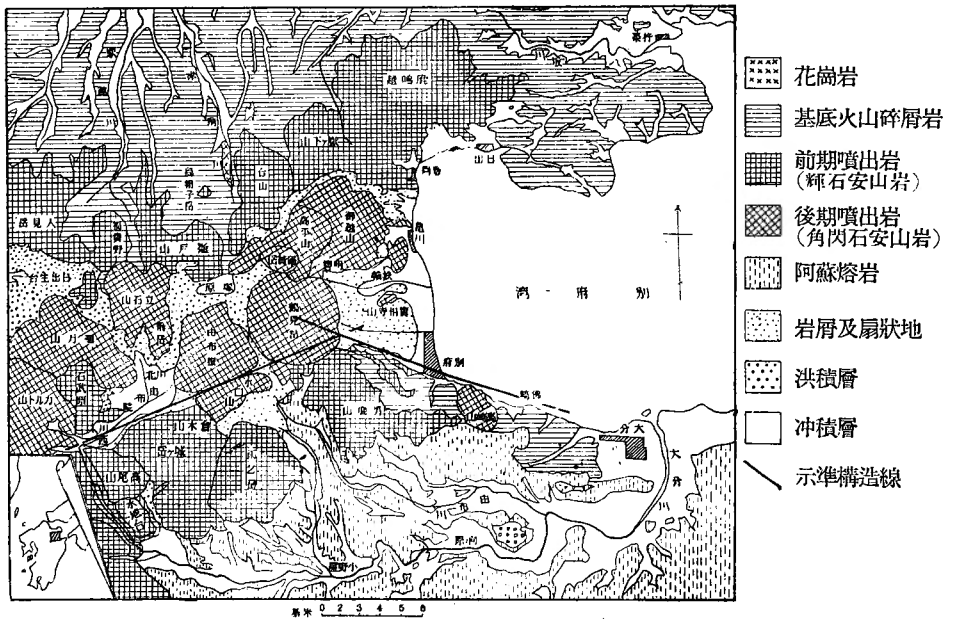
本火山群の基底を構成せる古き岩層としては、域内に於ては僅かに津房川の谷に領家雲母片岩と之に接觸變質作用を與へたる花崗岩の小露出あるを見るのみにして、基底地質の全體を論斷するに充分ならざるものなり。而して亦附近の地、國東半島には花崗岩及結晶片岩の小露出の存在あり。又西南方佐賀之關半島には結晶片岩、その南方西南方には下部白堊紀層ありて、之等は本域内に於ける基底地質を成すものなるが如きも、果してその何れが如何なる構造に於て本地域の主たる基底を成すものなるやは、遽かに判斷し能はざるなり。

次に若き地層として、大分の南に於て白堊紀層の山地の北側に低き臺地をなせる第三紀層、並に森町の南方及驛館川の上流に露出せる同類の地層に就きて、前古紀岩層に於け

ると同様に之れを直ちに本地域の基礎を成すものと断定し難きものなり。

之を要するに本地域の基底地質は、域内及附近に之を断定すべき地層の確實なる分布を
 缺き、爲に上記諸種のものより成れる一種の複合的のものとして假想せらるゝの外なきも
 のとす。而して此假想的基底岩を蔽ひ本地域内に於ける最下層として見らるゝ分布廣き地
 層は、第三紀末葉より第四紀に涉りて水中に沈澱せられたる火山碎屑岩にして、主として
 凝灰岩・浮石層及集塊岩よりなり、その陸成たる證據を缺けると、明かに層理を呈せると、
 凝灰岩は屢々木葉化石を含み又珪藻を含有するの事實に據り、その水成層なるを認め得可
 きものなり。然れども其構造は極めて複雑にして、地層の層厚定らず時に尖滅するが如き
 事ありて、詳細なる地層順序の決定は容易ならざるものなり。斯くの如くにして目下は未
 だその研究中に屬するものなれども、大體に於ては下部より凝灰岩・浮石層・火山集塊岩の
 順序なるを信じ能ふものなり。

第 1 圖 別 府 附 近 地 質 圖



第三 火山群の發育

前記の火山碎屑岩層と關係し、少くとも三種三枚の火山床を見るを得可く、その第一の
 噴火は粒狀安山岩 (變朽安山岩といふ) にして、現在の乙原堀田間の朝見川南岸に沿ひ、絶壁を以て

之に望み、狹長なる山麓地帯を形成せるもの即ち之なり。本岩は變質岩に屬し、其變質作用は温泉の作用によるものと認め得可く、その金鑛脈を胚胎せる事、現在に於て尙温泉噴氣孔の存在せる事等は即ち之を證するものなり。本岩の出現は此一箇所に限られ、他に未だ之を發見せず。

次に第二の噴出岩としては、紫蘇輝石安山岩の一種にして、噴火の初期に於ては爆裂作用により集塊岩を噴出し、次で熔岩を流出したるものなり。其分布は域内に互り廣けれども、北帶に於ては寧ろ小規模にして、主として處々の谷底に露はれ、山體構成上には何等重要な役割を演ぜず。然るに南帶に於ては其規模大なるものありて、雨乞岳・高尾山の山塊をなし、又別府地方に於てはその露出小なれども、前記粒狀安山岩を蔽ひて男鹿山々塊の中腹をなし、それと地形的に一階段を成し兩者の關係を明かにせるものあり。

最後に第三の噴出は兩輝石安山岩にして、第二のものと同様に、最初に集塊岩、次で熔岩の流出をなせるものなり。而して其噴火は前二者に比し極めて強烈にして、地形の項に於て述べたる第一要素地帯の大部を成し、南には男鹿山々塊、倉木、城ヶ岳山臺、北には鹿鳴越山、地獄下山、雛戸山、烏帽子山、人見岳等を構成し、其規模頗る大なるものなり。之等は時に急峻なる山嶽として看做さる可しといへども、已に述べたるが如く全體としては寧ろ高臺性に近く、その急傾斜をなせる場所或は海拔千米以上に達する高距を有するものあるは、他の原因に基くものにして、前者は主として斷層或は山崩れに基因し、後者は高き基礎上に築かれたる場合に於けるものなり。別府男鹿山々塊に就きて見るに、本岩は其水平的分布に於て廣けれども、海拔約四百米乃至五百米以上の高所を占め、熔岩の厚さは二百米内外に過ぎざるなり。而して其北側に急峻なるは、現在に於ける本山塊の北麓に沿ひて起れる斷層の結果に外ならざるなり。

以上は本地域に於ける基礎的地層たる火山碎屑岩と關係して噴出せる熔岩類にして、兩者一體として後期の噴出岩に對する第二の基礎を成せるものなり。然れども其地形に於ては、後期噴出岩の噴出以前に於て起れる地殻變動の爲甚だしく變化せられたるものなり。

噴出の順序として次に來れるものは、酸性熔岩たる黑雲母を含有せる輝石角閃石安山岩玻璃にして、臺山の頂蓋、石武原及水地臺をなせり。更に之れに續きて黑雲母を主要成分とせる所謂雲母角閃石安山岩の噴出ありて、由布院の西方なるカルト山を構成せり。尙本地域外の西方萬年山及其附近には、廣大なる火山臺地を成せるものあるを聞知す。本岩は

前記の輝石安山岩類とは全く其外觀を異にせる特種岩にして、記者未だ之に對する深き研究を有せざるも、其成因より想察するに、本岩の噴出は恐らく引續き起れる當地方の火山活動の一休止期を表示し、九州東北部の火山史上に一時期を劃するものなるが如し。

此時期に次ぎ域内に起れる噴火は、後期噴出岩類の流出にして、最も多量に産する普通の角閃石安山岩なり。其噴出は岩石の性質成分と野外に於ける産出狀態の相互關係とより之を凡そ三期に分つを得可く、その第一期は御越山、福萬山、水口山、第二期は高崎山、高ノ平山、立石山及飛岳、第三期は鶴見岳、由布岳及硫黃嶽として區別せらるゝものなり。之等は其間に副成分たる輝石の量に消長ありて、第一期には單斜輝石よりも斜方輝石に富み、第二期には之と全く反對となり、第三期にはまた最初の狀態に戻れるものなり。次に火山の形狀に就き略述せん、第一期及第二期の熔岩は比較的粘性に乏しく、従つて主として臺地狀に近き平たき圓錐形を形造れるものにして、御越山、水口山は其標式的のものなり。高崎山の如きは一見ドーム形の山塊に見ゆれども、夫は熔岩流の造りし所の形にあらずして、前期火山岩の場合に於て述べたると同様に、その基礎の有する地形に支配せられたるものとす。高崎山の基礎は、その火山中心の附近に於て海拔約四百米ありて、熔岩の厚さは此點に於て約二百米に過ぎざるものなり。因に南方の急斜面は崩壊によれるものとす。

次に第三期に屬する由布、鶴見、硫黃嶽の山形は、生成後に於て爆裂其他の作用により甚だしく其原形を破壊せられたる結果の相貌にして、最初は圓錐乃至はドーム形の山形をなせしものなり。由布嶽は別名豊後富士と稱せらるれども、唯生成後の浸蝕作用により今日の山形を作せるものにして、又本山は爆裂火口を有せず。本期の火山が圓錐に近き山形をなせるは、第一第二兩期のものに比し熔岩の粘性強かりしに因るものなり。次に由布嶽、鶴見岳には其活動の歴史を語るものとして、數多の寄生火山あり。抑々寄生火山の發生は、火山の主要活動期の末葉に於ける活動に當り、次の如き理由によりて起るものなり。火山の噴火に於て第一活動の終れる後その主要通路の上端に近き部分が冷却固結し一旦之を閉塞し、次に地下より再び岩漿の上昇し來る場合に、此の部分を粉碎突破し又は押出す事能はざれば、地表に近き部分に於て更に弱き他の通路を見出すに至るものとす。

次に由布嶽頂上には深き碗狀の噴火口あり。又其寄生火山の一つに池代と稱する火口を有するものあり。鶴見山には噴火口は已に破壊せられて原形を認めざれども、磐梯山式の

火口原ありて、比較的近代に於てブリアチック・エクスプロージョン（熱せられた瓦斯の爆發により山體を破壊し別に熔岩の流出を伴はざる種類の爆裂）を成せるものなるを證せるあり。現今稱へらるゝ鶴見山なる高峰の北側に見らるゝ馬蹄形の破壊箇所は即ち之なり。

爆裂火口として地域内の諸山に見らるゝものは其數少なからずといへども、主として後期噴出の火山に於けるものにして第二圖に示せるが如し。而して其性質に於ては何れも上記鶴見岳に於けるものと同様なり。

終りに、本域の南部、大分川に面せる山地の斜面に火山碎屑岩層を蔽ひて廣く分布せるは所謂阿蘇熔岩にして、尙域内の處々に點々散在するものなり。之は阿蘇山外輪山を構成せる泥熔岩にして、本域内の後期噴出岩の噴出後尙地形に於て殆んど現在に於けるものに近づきたる時期に於て、遙かに阿蘇山噴火口より溢流し來れるものなり。

第四 温泉及地獄

記す可き事多しといへども、今は唯その分布と温泉脈とに就き略述するに止む可し。

（イ）地理的分布：一 域内に於ける温泉地獄は地理的分布上より之を三群に分つを得可く、その第一は別府、堀田温泉群、第二は龜川、鐵輪、明礬温泉群、第三は由布院盆地の温泉群なり。之等三者中活動の最も盛なるは第二群にして、堀鑿泉の外に數多の自然的噴氣孔及熱泉あり。血ノ池、海、坊主、紺屋、明礬等は即ち之なり。

第二に活動盛なるは第一群にして、之を分ちて噴氣孔乃至は熱泉地帯と温泉地帯とになすを得可く、前者は乙原より觀海寺を経て堀田に到る粒狀安山岩地と之に近く沿ひたる地帯にして、現在に於ては三日月地獄の外自然狀態を留むるもの少けれども、此地一帯は尙地下に高熱を存し、試錐によりて比較的容易に噴氣を得らるゝの狀態に在り。

次に温泉地帯たる後者は別府市街地にして、其數實に千個に近き湧出泉を有し、其分布り密集は正に一偉觀を呈するものなり。現在に於けるその殆んど全部は試錐井に屬するものなれども、素より本地域は自然的の湧出地にして、今尙數多の自然湧出泉を有し泉脈の方向を標示し、其前者と同一系統にして一連續地帯なるを認め得らるゝものなり。

終りに第三群たる由布院區域は、前二者に比すれば其活動盛ならざるも尙多數の自然並に人工泉を有し、噴氣孔を見ざれども八山地獄の如きものありて、その勢力未だ侮り難きものあり。

以上の外に低温のものゝ存在、又試錐中の地域あれども今之を記せず。

(ロ) 地質的分布 :— 域内に於ける温泉及地獄の分布状態を見るに、一定乃至は限られたる少数の岩石或は地層にのみ制限せられたるを見ざるも、明瞭に地質構造線に沿ひ或はその連続地帯上に同一方向に直線的温泉排列をなすを見る。即ち本域内に於ける温泉及地獄の出現は地盤の裂罅に關係せるものなるを斷定し得可きが如し。抑々一地方に於ける温泉の分布は、局部的地質構造に支配せらるゝものにして、斷層其他の地下に通ずる裂罅あるときは、地下温泉水、水蒸氣其他の火山瓦斯は之を傳ひて上昇し地表に出づるものにして、若しかくの如き通路なき場合には、温泉地獄の出現なかる可きや自明の理たり。普通下降泉的のものは温泉の場合に於ては熔岩、火山泥流或は火山扇狀地の末端より流出することあれども、本場合に於ては何等重要なるものにあらず。

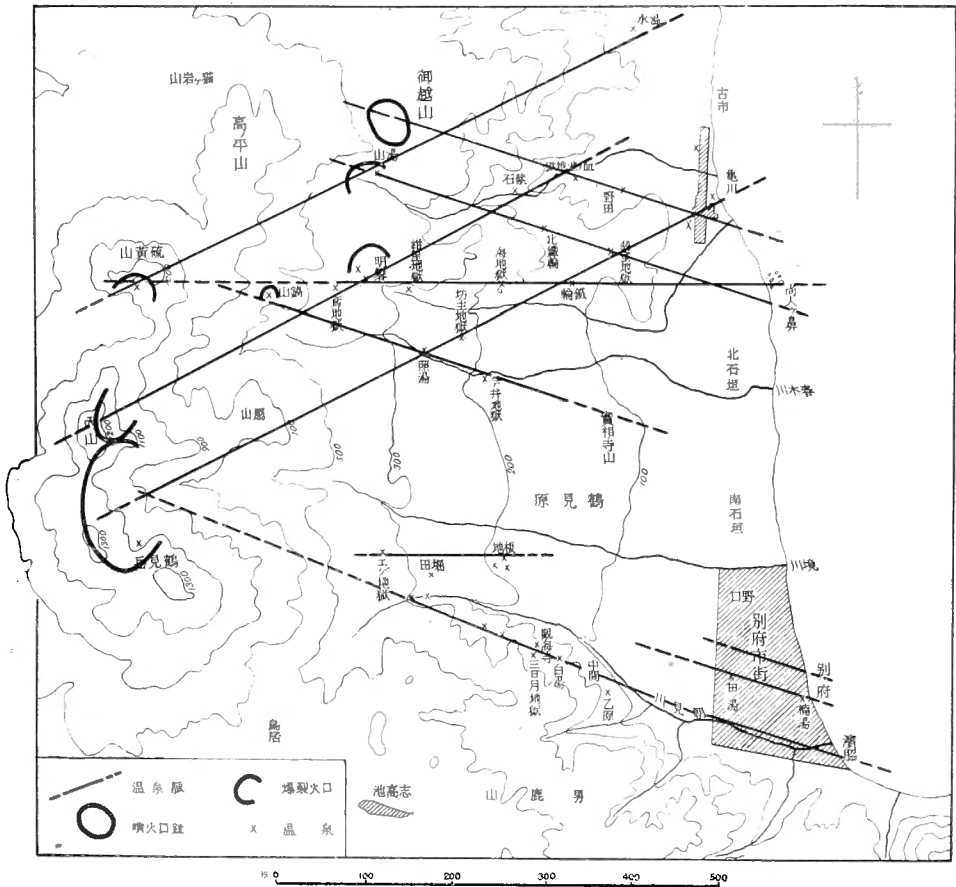
要するに本域内に於ける温泉地獄は、その出現に於て裂罅に關係し、現在見らるゝが如き分布を成せるものと結論するを得可きものなり。而して一般に若き火山地帯にして地殻の變動を受け地盤の裂罅に富める地方は、豊富なる温泉地帯を形成するものにして、本地域の如きは即ち之に屬し、上記の三温泉群の地方は其最も良好なる事情に支配せられたるものなり。

(ハ) 温泉脈 :— 温泉脈の位置及方向の決定は必ずしも容易ならず、往々にして行はるゝ所の地理的分布上より勝手に斷定せんとするが如き方法は甚だしく非なり。記者の此所に決定せる温泉脈は、上記の如き地質構造と温泉との關係に基きたるものにして、尙研究中に屬するものあれども略々判明せるものの中主要なるものを下に掲ぐ。第二圖參照

假 定 名 稱	所屬温泉地獄名
一 濱脇-堀田温泉脈	濱脇、乙原、中間、白湯、觀海寺、堀田
二 田ノ湯温泉脈	田ノ湯、壽湯、楠湯、其他
三 龜川-鐵輪温泉脈	龜川、羽室、鐵輪、坊主、照湯、其他
四 血ノ池-明礬温泉脈	血ノ池、柴石、明礬、鳶、其他
五 湯山温泉脈	温水、湯山、硫黃山、其他
六 明礬-鐵輪温泉脈	明礬、海、鐵輪、向人ヶ鼻、紺屋、其他

右の中、一・二は其方向略西々北より東々南に向ひ、三・四・五の三脈は西々南より東々北に、最後の六は東西に走れるものなり。

第 2 圖 別 府 附 近 温 泉 脈



終りに本域内に於ける温泉地獄は、その地質學的現象に於て多種なるを見る可く、乃ち硫氣孔、噴氣孔、間歇泉、噴騰泉、泥火山の類及普通の温泉熱泉亦血ノ池地獄の如く廻輪的に大噴出をなすものありて、温泉地獄の殆んどあらゆる種類を集めたるものなり。泉質に於ても亦多様にして、今此所に述べざれども正に本温泉地帯の特徴なり。

第五 地 殻 變 動

域内には前記火山活動と同期に起れる地殻變動あり、全期を通じ少くとも數回、而して尙現代に涉りたるの形跡あり。此變動は地形的變化を來せるものにして、地形地質の項に於て述べたる本地域の三帶區分に對する基礎的地形を齎らせるものなり。その最初の運動

は前期噴出岩の噴出後當地方に起れる地盤の上昇運動に伴ひて起れるものにして、其結果として域内の地盤は數多の斷層或は裂罅を生じ、幾多の地塊に分たれ、其地塊は之を箇々の關係に見るとき或は上昇或は下降の状態を表はし、不規則なる變化を來せるものなり。されど之を區域的に大別すれば已述せるが如き三帶となり、南北の兩帶は隆起し中帶は之と相對的に沈降したる状態を結果せるものなり。而して域内には現在に於て數多の地質構造線を見るものにして、其最も主要なるは、西々北より東々南に向ふものと西々南より東々北に向ふものなり。之等は或は地形上に山岳構造線として、或は火山の分布上に火山構造線として、或は温泉の配列上に温泉構造線として認められ、互に連絡或は一致せるもの少なからず。今之等の構造線と地殻の運動との關係を説き本變動の性質及形式を略述すれば次の如し。

本變動中最も重要にして且最も顯著なるは、別府灣の南岸より西々北行し濱脇朝見を経て堀田に至る一線の南方地塊の上昇運動なり。此一線は標式的斷層崖を以て示されたる斷層にして、堀田以東に於ける中帶と南帶との地形地質的區分線を成し、又數多の温泉地獄の之れに沿ふ排列によりて特徴附けらるゝものなり。本斷層の最初の生成は、輝石安山岩類の噴出よりも新らしく、角閃石安山岩類の噴出よりも古きものにして、兩者の中間期、乃ち火山活動の一休止時に於て起れるものとす。然れども此所に興味ある一事は、最後の噴出に係はる鶴見山の生成後に於て、その運動の更新ありしを推測せらるゝ事なり。乃ち本斷層崖に沿ひ鶴見山系の後期噴出岩の碎屑岩層よりなる高さ二十米乃至四十米の段丘狀の地塊を見るものにして、之は最初の斷層崖の下部を蔽ひたる新岩層が後の斷層運動の爲に受けたる變動の結果として看做され得可し。乃ち上記の斷層線以南の地塊の上昇運動は、比較的近代に到るまで繼續せしものと推斷せらる。之に次ぎ重要なものは、由布院川西より東々北行し由布-鶴見の南麓を横ぎり石垣村堀田に至る斷層線以南の地塊上昇運動にして、地塊としては前記のものと連續的のものならんも、その切斷せられたる斷層の方向を異にし、前者の西々北より東々南なるに對し、後の場合に於ては之れと略百二十度の角度を成し西々南より東々北に向ふものなり。此一線は倉木一城ヶ岳山地及水口山の直線的山麓線に表はれ、之に臨める急峻なる山地の斜面は即ち斷層崖なり。該線は少くとも東方堀田まで延長し、前記の斷層線と交るものにして、堀田以西に於ける中帶と南帶との地形地質的區分線をなし、その最初の生成は前者と同期なる可し。而してその運動の繼

續は、後期噴出岩より成れる水口山の切斷せられたる事實により、少くとも本岩の噴出後に及べるものなるを知る可し。城ヶ岳の山麓には裂罅より湧出せる温泉あり。又之に接せる由布院盆地には、山麓線に並行せる數多の温泉脈あり。

以上は極めて顯著なる地質地形的斷層にして、一二の階段狀斷層を伴へる形跡はあれども、大體に於てその斷層崖は單一の斷層面に沿ひて生ぜりと見て事實上差支なきものなり。

次に地形地質の項に於て述べたる中帶と北帶との區分線は、以下に述ぶるが如く、その斷層作用に支配せられたる事推定に難からずと雖、上記の中帶と南帶との境界を成すものゝ如く爾く顯著なるものにあらず。乃ち前場合に於ける如き單一なる斷層面に沿ひて生ぜりと看做さる可き斷層崖の認む可きものなく、僅に日出生臺北邊に西々北より東々南に走れる直線的人見岳麓線を見るのみにして、他は後期の噴出岩を以て蔽はれ、地表上に何等の著しき地形的斷層の特徴を表はさざるものなり。然れども他方に西々南より東々北に向へる塚原日出を結ぶ線上及本線の西方延長線上に數多の後期噴出火山の配列せらるゝ所の事實あり。此の事實は本線が地表上に明かならざるも、一つの重要な地質構造線なるを語れるものなり。而して其の南方に之に並行して數多の温泉脈及由布鶴見の兩山を連ねる火山構造線が存在を見るは、本線が之等と同系にして、類似の性質を有する構造線なるを示せるが如し。而して記者の現在に於ける考察は、本線並に之に平行にして地形上顯著ならざる此等の構造線は、中帶なる沈降帶の北側に於て、前述の川西-堀田の示準線に平行なる階段狀斷層を成し、沈降の最深部に向ひ地盤の低下を來せるものと推想するにあり。此關係は恐らく前記堀田-別府示準線關係區域に對しても同様にして、之を約言すれば中部沈降帶は一つの小規模なる非對稱的地溝にして、その南邊に沿ひては、寧ろ單一なる斷層面に沿ひて生ぜりと看做され得可き斷層崖を以て比較的急峻なる低落をなし、北邊に於ては、階段狀斷層の類を以て次第に中帶に低下せるものと信ずるものなり。

明礬鐵輪附近の地質構造極めて複雑なるは、後期の變動によるもの少なからずといへども、其根本に於て上記の如き構造に基き數多の構造線の交叉せる區域なるに因るものなるが如く、而して尙別府温泉地帯は、全體として構造最も複雑なる地域に屬するものなるを知る可し。

構造線として、上記の主要なる二系統の外に更に東西南北の二系に屬するものあれども、何れも小規模にして構造上左程に重要なものならず。例せば東西方向のものとして、明

磐鐵輪を結ぶの線、板地-堀田-エゲ地獄を連ねるの線を見る可く、又南北方向のものとしては、鶴見岳-硫黄山を結ぶの線及別府龜川の海岸線に沿へる假想を見る可し。

因に言ふ、西南日本地體構造上の重要な構造線の方向は、少くとも北九州に於て東西、南北、東北-西南、西北-東南の四系統を見らるゝものにして、之等は古き地層に關係し全體に互れる基礎的構造を成せるものなり。

然るが故に、本域内に於ても地下深く之等の構造線に富める地質構造を有す可きや想像に難からざるなり。而して上述せる域内に於ける四系統の構造線はその大體に於て之に一致し、西々南、東々北の線は、少くとも最も近接せる松山-大分-熊本を連ねる大構造線に關係を有し、又今村博士⁽¹⁾により示されたる阿蘇地震帶の方向と一致し、その局部的性質のものにあらずるを推知せらるゝものとす。

第六 火山群の地質學的位置

西南日本に於ける火山帶に就きては、最も廣く信ぜらるゝものとして、地體構造上並に岩石學上より論ぜられたる小藤博士の分類あり。之によれば西南日本の火山は、南日本内側系（山陰道^{ミタゲ}火山帶^{シクマ}）、瀬戸内系、及び霧島系の三帶より成り、此三者は九州中部に於て相交又するものなり。南日本内側系は加賀の白山に起り、西に三瓶山、青野山及び徳佐山に延び、周防國の金峰山^{ミタゲ}、四熊山^{シクマ}及岳^{ダケ}を過ぎ姫島を経て、九州國東半島に渡りて双子山を作り、次で本域に來り由布岳鶴見岳を捻出し、更に九重山阿蘇山を起し、有明海を距てゝ溫泉ヶ岳に連なる長大なる火山帶なり。

次に瀬戸内系は内海の讃岐岩地方を以て代表せらるゝ火山系にして、三河國鳳來寺山に其東緒を起し、二上山を経て四國の北岸を過ぎ、九州東北に渡り、更に西して肥前の北部に大露出をなすものなり。

終りに霧島系は琉球彎の内側を走り九州に入りて開聞岳を作り、次で櫻島霧島山等を起し、尙北延して阿蘇山に至り其中央火口丘に其所屬證據を示せる系統なり。

叙上の系統は極めて詳細なる岩石學上の研鑽と相俟つて決定せられしものにして、各其岩石學上の標式と看做さるべき特性を有するものなり。

(1) 震災豫防調査會報告第九十二號。

之により知らるゝが如く由布鶴見火山群は、地理的に於て南日本内側系と瀬戸内系との交又點に近く位置し、その何れの火山帶に屬す可きかの問題を有せる地域なり。然るに今回記者の調査結果は一二の先輩諸氏により認められたると同様に、正に南日本内側系に屬するものなるを知るに至れり。岩石の性質乃至は熔岩の噴出順序に於て、又火山活動の勢力に於て、本火山群は他の同系に屬する火山群と類似し、瀬戸内系と見る可き理由は極めて尠きものなるも、詳細は今之を略す。

第七 有史時代に於ける地變

別府四近には歴史時代に入りて起れる地變少なからず。然れども其主要なるものは鶴見岳の噴火と別府灣内に於ける瓜生島及久光島の陥没なり。之等に對する史料は其數多く、其大要は已に周知に屬す可し。依つて記者は之を此所に收録せず、唯學術上より見たる自己の考察を述べ讀者の參考に資せんとするに止まるものなり。

(イ) 鶴見岳の噴火：— 鶴見岳は今より千五十餘年前即ち貞觀九年に噴火したる以來噴火の記録を缺けり。實際に於ても亦其形跡を認め能はざるものなり。蓋し此噴火は鶴見岳の最終の噴火にして、更に噴火の繰返さるべき徴候は少くとも現在に於て之を認めず。

さて貞觀九年の噴火は、三代實錄其他の記録によるに熔岩を出せる眞の噴火にあらずして、先成の爆裂火口の一部を破壊したる一種の爆裂作用にあらざるかと思惟せらるゝものなり。而して其結果は現在に於て見らるゝ地獄谷を造れるものにあらざるか。此考察に對する理由としては、灰砂の噴出はありしも熔岩の流出なかりし事、已に幾多の寄生火山を生成せし遙かの後に起れるものなる事（前寄生火山記事參照）、山頂にありしといふ三池は淺間或は三原山等に見らるゝが如き熔岩を湛へたるものにあらずして所謂地獄の類なりし事、又著しき前驅の地震のなかりし事等を綜合したるにあり。

(ロ) 瓜生島及久光島の陥没：— 本變動の狀況に就きては記録頗る多く、今一々之を收録するの違なし。然れども其變動の性質及原因に關しては、深き研究結果の公表せられたるものあるを知らず。然るに記者は此所に、附近の地質構造を究めたる結果として、變動の性質及原因に關する一考察を有するものなり。今之を結論的に記すれば次の如し。

一 變動の發生日時は記録によりて異なれども慶長元年閏七月十二日午後四時或は五時頃と稱するもの最も多く、記者は之を信するものなり。

二 同日に起れる伏見大地震とは其時刻を異にし、五六時間の差を以て瓜生島の方早く、

両者は全然別物なりといふ今村博士⁽²⁾の説に賛同す。

三 瓜生島は當時の津波により洗ひ去られたるものなりとの説あるを聞けども、如何なる理由に基づくものなるやを知らず。海中噴火の如きは其質極めて軟弱なる場合には、海水の波浪の浸蝕によりその影を没することあれども、瓜生島の場合は之れと同一ならざる可し。記者の推測する所にては瓜生島は元、現在に於ける別府灣の南壁をなせる低卑なる山塊と連続したりしものゝ、後に斷層により切斷せられ、之に關係的に沈降したりしものにして、水中沈澱の火山碎屑岩層よりなり、記録より想像せらるゝ程度の津浪により全島一時に洗ひ去らるゝが如きものにあらざるなり。而して此所に瓜生島の陥没は、其原因に於て、地殻變動の項に於て述べたる別府灣南岸に沿ひ西々北より東々南に走れる域内に於ける最主要なる地質構造線に沿ひて起れる斷層運動の一更新によるものと推想せらるゝものなり。然れども同日に於て伏見地震其他の大地震の發生を見たるものにして、その發動に就きては何等かの共通關係の存在を想像せらるゝものとす。

四 翌慶長二年七月二十九日の地震により前回取殘されたる久光島の陥没せるは、記者の見解に於ては、前記瓜生島の場合と同様な原因に據れるものなる事勿論なり。

因に、別府灣内に起れる地變は此の如くにして一段落を告げ、現在に於ける別府灣の形狀は此期に於て生成せられたるものなり。次に現在に於ける別府灣海底の地形を見るに、以前に瓜生島の存在せし附近に於てその深度最大にして一地溝狀をなし、其主軸は構造線たる南海岸線に平行し、海底の地形は此深所を境として南には急峻、北には緩慢なる極めて鋭き非對稱的形狀をなし、その構造上の向は西々北-東々南なり。此狀況は前に論ぜられたる別府溫泉地帯の前期噴出岩類よりなる基礎的構造に類似し、その連續的なるを否認し難きものなり。

第八 結 論

上來記述せる所を綜合し此所に結論となすべし。

本火山地區は九州中部火山地帯の東端に位し、その岩石學上よりの地質學的位置は、南日本内側系（或は山陰道火山帶又、白山火山帶といふ）に屬し、九州に於ける双子山-九重-阿蘇-溫泉岳を連ぬる線

(2) 雜誌「地震」第一卷第四號參照。

上に位置す。

火山活動は地質時代の第三紀末葉か或は第四紀の初頭に於て始まり、その最初の噴出せる三枚の火山岩床あり。その最初の噴出岩は粒狀安山岩にして、第二は紫蘇輝石安山岩、第三は兩輝石安山岩なり。之等は域内に於ける前期の噴出岩類にして即ち第一期活動の産物なり。現在に於ては、日出-豊岡-塚原-日出生臺を連ぬる一線より以北の地帯と、別府-堀田-由布院-川西より以南の地帯とに於てのみ其分布を見らるゝものなり。而して中央帯に確實なるその分布を缺けるは、之等火山岩類の噴出後に於ける火山活動の一休止時に於て起れる地殻變動の結果にして、西々北-東々南及び西々南-東々北の方向なる二系統の斷層により此新成の地殻が前記の位置に於て切斷せられ、その南北の兩地帯は隆起し、中央部は之れに關係的に沈降したるに因るものなり。其沈降の形式は研究上極めて興味あり且つ重要なるものにして、之に對する記者の現在に於ける考察は、該沈降帶は其南邊に於ては、單一に近き斷層面に沿ひて生ぜりと看做さる可き斷層崖を以て比較的急峻なる低落をなし、北邊に於ては、階段狀斷層の類を以て次第に沈降の最深部に向ひ低下せるものと信ずるにあり。乃ち一つの小規模なる非對稱的地溝狀を成すものにして、その大勢は現在に於ける別府灣海底の地形に似たるものあるを見るなり。

次に該變動の終熄後、域内には再び火山活動起り、乃ち第二期の活動に入れるものにして、前者よりも酸性なる角閃石安山岩の熔岩を流出せり。而してその噴出は主として上記の沈降帶内或は其邊縁に近く限られ、深く前期噴出岩の地域に入れるものなし。本岩の噴出は前後三期に分れ、由布鶴見の兩山はその最後期に屬し、火山活動の最後の中心となれるものなり。而して現在に於ける温泉地獄の出現は、その後火山作用に因るものなり。

斯く結論し來れば、本地域は火山地帯なると同時に地殻變動地帯にして、兩者は相俟ちて茲に凡てに優越なる温泉地帯を形成せるものなり。而して記者の述べ來りし所は即ち此状態に至るまでの地質學的變遷にして、温泉の出現に對する本原的由來を明かにせるものなり。